

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-369391

(43)Date of publication of application : 22.12.1992

(51)Int.Cl.

F28F 1/16

F25B 33/00

F25B 39/02

F28F 13/02

(21)Application number : 03-168971

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 14.06.1991

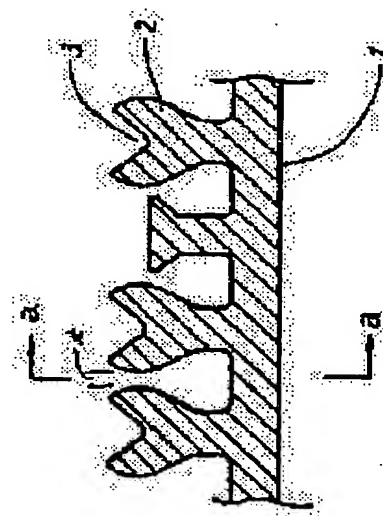
(72)Inventor : ISHIDA MASASHI  
HIGO TOMIO

## (54) STRUCTURE OF HEAT TRANSFER PIPE FOR BOILING

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a heat transfer pipe so constructed as to perform the function of forming fine air bubbles on the surface of the heat transfer pipe and causing a continuous boiling in a regenerator provided in an absorption heat exchanger using the absorption liquid consisting of an aqueous solution containing halogenated alkyl as a main component.

**CONSTITUTION:** A plurality of fins 2 are provided on the outer surface of a pipe 1 vertically to the axis thereof as in the form of a flange or spiral in rows of between 19 and 58 per one inch (25.4mm) with the min. distance between each adjacent fin 2 maintained at a value of 0.05-0.20mm. The end part of the fin 2 is so contoured as to be oriented axially and laterally of the pipe 1 and vertical to the axis thereof, assuming the compressed and sharp shape or the shape sloping in one direction to the adjacent fin 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-369391

(43)公開日 平成4年(1992)12月22日

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 8 F 1/16	A	7153-3L		
F 2 5 B 33/00	Z	8511-3L		
39/02	W	8511-3L		
F 2 8 F 13/02		7153-3L		

審査請求 未請求 請求項の数5(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-168971

(22)出願日 平成3年(1991)6月14日

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72)発明者 石田 政司

神奈川県秦野市曾屋706-1

(72)発明者 肥後 富夫

神奈川県秦野市曾屋1158-9

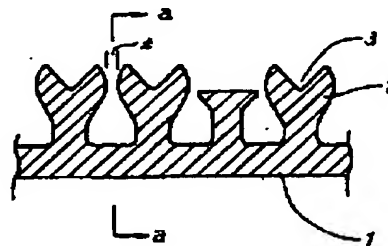
(74)代理人 弁理士 本間 崇

(54)【発明の名称】 沸騰用伝熱管の構造

(57)【要約】

【目的】 ハロゲン化アルカリを主成分とする水溶液等からなる吸収液を使用する吸収式熱交換器における再生器において、伝熱管表面に発生する気泡を細かくするとともに連続的に沸騰を生じさせる機能を有する伝熱管の構造を提供する。

【構成】 フィンを管の外面に管の軸と垂直なつば状に、あるいは螺旋状に取設し、上記フィンの列数を1インチ(25.4mm)あたり19列以上57列以下とし、隣接する各フィン間の最短距離を0.05mm以上0.20mm以下の値に維持する。フィンの先端部は管の軸方向あるいは管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状にして、上部から圧縮された形状か尖った形状にする。あるいはフィンの先端部が隣接するフィンに一方方向に倒れた形状にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 吸収式熱交換器の再生器に使用される沸騰用伝熱管において、フィンが管の外面に管の軸と垂直なつば状に、あるいは螺旋状に取設し、上記フィンの列数を1インチ(25.4mm)あたり19列以上57列以下とし、隣接する各フィン間の最短距離を0.05mm以上0.20mm以下の直に維持することを特徴とする沸騰用伝熱管の構造。

【請求項2】 フィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有する請求項1記載の沸騰用伝熱管の構造。

【請求項3】 フィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィン先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する請求項1記載の沸騰用伝熱管の構造。

【請求項4】 フィンの先端部が管の軸方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィン先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する請求項1記載の沸騰用伝熱管の構造。

【請求項5】 フィンの先端部が隣接するフィンに一方方向に倒れた形状を有する請求項1記載の沸騰用伝熱管の構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、吸収冷凍機、吸収冷温水機あるいは吸収ヒートポンプ等のハロゲン化アルカリを主成分とする水溶液等からなる吸収液を使用する吸収式熱交換器における再生器に使用される沸騰用伝熱管(以下、単に伝熱管という。)の構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】吸収冷凍機、吸収冷温水機あるいは吸収ヒートポンプ等の吸収冷凍サイクルを利用する機器に使用される再生器は、密閉容器内に水平あるいは垂直に多数の伝熱管を配設して構成されている。

【0003】伝熱管の外には吸収器内で冷媒蒸気を吸収して希釈された吸収液が満たされている。我が国においては上記吸収液の吸収剤-冷媒として、リチウムブロマイド-水系が広く用いられている。

【0004】伝熱管の内部には高温の流体、例えば燃焼ガス、高温水、蒸気等が流れており、該流体の顕熱あるいは潜熱によって管外の吸収液を加熱して吸収剤と冷媒との分離を行わせる。この再生器内で吸収液側に伝達される熱量と吸収液の濃縮幅とは正比例し、伝達熱量が大きい程吸収液の濃縮幅は大きくなる。

【0005】近年冷熱の需要が年々増大し、冷凍能力の上昇が要求されるようになって来たが、それと共にエネルギーの節減も要求されている。それに基づいて高温の熱源側から吸収液側にいかにして効率よく熱の伝達を行わせるかと言う点について、種々の熱交換器の構造ある

いは伝熱管自体の高性能化の検討が行われてきた。

【0006】その結果、高性能化した伝熱管として、外表面積を増大させたローフィンチューブがあり、その一部が吸収式熱交換器用として使用され、ある程度の効果をあげている。またフロン等の冷媒を使用する伝熱管として管外の管周方向にトンネル部と開口部とを有する核沸騰伝熱管等が開発されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の技術においても伝熱管自体の構造に工夫を加えて、熱伝達の高性能化を図り、ある程度の成功を収めている。しかしながら吸収式熱交換器を対象にした場合、尚下記のような不具合を有するものであった。

【0008】吸収式熱交換器の再生器の場合、伝熱管内を流れる高温流体によって管外の吸収液が加熱され、管の外壁に接する部位に冷媒蒸気膜が生成され、ある程度成長したところで気泡として分離する。平滑管においては気泡の分離が一気に行われ、その際完全に成長を完了していない周囲の冷媒蒸気膜も同時に剥離させられる。そのため剥離した箇所へ吸収液が流れ込んで伝熱面が冷却されることにより、再び活性化した蒸気膜が出来るまでに時間を要する。それに伴って沸騰が次第に間欠的になり気泡も巨大化してくる。

【0009】現在高性能伝熱管として使用されている管の外面に転造によって螺旋状にフィンを形成させたローフィンチューブは、フィンによる伝熱面積の向上はあるものの、吸収液に対して完全なオープン構造であるため沸騰の状態は平滑管と同様に間欠的なものとなり、高い熱伝達は望めない。

【0010】また一方、フロン冷媒用として用いられている開口部を有するトンネル構造の核沸騰伝熱管を吸収式熱交換器の再生器用として流用しようとする試みは、完全なクローズ部分(密着部)とオープン部(開口部)を有する核沸騰伝熱管では、高粘度の吸収液が表面張力によってトンネル内に入りきれず、トンネル内壁面がすぐに過熱状態となり、その結果沸騰は管外表面で行われるようになって平滑管と同じ沸騰状況となり、やはり高い熱伝達は望めないと言う不具合を有している。

【0011】沸騰熱伝達を効率よく行うためには、発生する気泡を細かくし、かつ連続的に気泡の分離が行われるようにする必要があるが、上述の通り、現在のところまだ有効な構造を有する伝熱管は見出されていない。

【0012】本発明はこのような実状に鑑みてなされたもので、発生する気泡を細かくすると共に連続的に沸騰を生じさせる機能を有する伝熱管の構造を提供することを目的としている。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的は前記特許請求の範囲に記載された沸騰用伝熱管の構造によって達成される。すなわち、①フィンを管の外面に管の軸と垂直

なつば状に、あるいは螺旋状に取設し、上記フィンの列数を1インチ(25.4mm)あたり19列以上57列以下とし、隣接する各フィン間の最短距離を0.05mm以上0.20mm以下の値に維持する伝熱管の構造。②フィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有する①記載の伝熱管の構造。③フィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィン先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する①記載の伝熱管の構造。④フィンの先端部が管の軸方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィン先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する①記載の伝熱管の構造。⑤フィンの先端部が隣接するフィンに一方方向に倒れた形状を有する①記載の伝熱管の構造。である。以下本発明の作用等について実施例に基づいて説明する。

#### 【0014】

【実施例】図1～図9は本発明に基づく伝熱管の構造を示す図で、図1はフィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図、図2は図1におけるa・a線矢視断面図である。

【0015】図3はフィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィンの先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図、図4は図3におけるb・b線矢視断面図である。

【0016】図5はフィンの先端部が管の軸方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィンの先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図、図6は図5におけるc・c線矢視断面図である。

【0017】図7はフィンの先端部が隣接するフィンに一方方向に倒れた形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図、図8は図7におけるd・d線矢視断面図、図9は図7～8の斜視図である。

【0018】図1～図9において、1は管、2はフィン、3は管の軸と垂直方向の刻み、4は管の軸方向の刻み、 $t$ は隣接する各フィン間の最短距離、 $t_1$ はフィン先端部における隣接するフィンとの距離である。

【0019】本発明に基づく沸騰用伝熱管においては、隣接する各フィン間の最短距離 $t$ は0.05mm以上0.20mm以下に保持され、フィンの列数は1インチ(25.4mm)あたり19列以上57列以下にして形設されている。

【0020】上記図1～図9に示す構造を有する伝熱管を吸収式熱交換器の再生器の沸騰用伝熱管として使用した場合、各フィン間に入り込んだ吸収液は伝熱管内部を流れる高温流体によって加熱されて冷媒と吸収剤とに分離し、分離した冷媒蒸気はその全部がフィンから離脱す

ることはなくその内の一部は沸騰核として吸収液中に残留する。

【0021】一方冷媒が離脱した各フィン間の空間にはフィン外部から吸収液が入り込むが、残留していた沸騰核が極めて短時間で成長することにより連続的に沸騰が生じるようになる。

【0022】各フィン間の距離が0.2mm以上になると前記のローフィンチューブと同様の開放構造の状態になり、冷媒蒸気が一気に分離するため、活性化した冷媒蒸気膜が再び生成されるまでに時間を要する。その結果沸騰は間欠的になり伝熱管内側から吸収液側へ伝達される熱量が小さくなる。

【0023】また各フィン間の距離が0.05mm以下と小さい場合には、吸収液濃度55%以下の低濃度域ではある程度の核沸騰が生じるものの、実用濃度域である58%以上に濃縮されると、各フィン間の空間への吸収液の入り込みが殆どなくなるために、各フィン間の空間が過熱状態になり、フィン外表面部のみで沸騰が行われ吸収液側への熱の伝達はやはり低下して来る。

【0024】本発明に基づく伝熱管は上記不具合を考慮し、完全なトンネル構造をとらずに各フィン間の距離を0.05mm以上0.2mm以下と設定したセミクローズ構造を採用しており、これによって沸騰核の残留と吸収液の吸い込みが効率良く行われ、高い熱伝達量が得られるようにしたものである。

【0025】本願発明者は、上記構造からなる伝熱管の伝熱性能を確認するため本発明に基づく構造を有する伝熱管2種類と従来構造の伝熱管3種類を試作し、実機の状態を模擬した比較試験を実施した。

【0026】供試伝熱管は、いずれも材質C1201(JIS H3300)の銅管によって製作した。図10～図14に該供試伝熱管の形状、寸法を示す。まず図10および図11は本発明に基づく伝熱管の軸方向の部分断面図で、図10はフィンの先端部が上部から圧縮された形状を有し、隣接する各フィン間の最短距離 $t$ が0.08mmである伝熱管(以下、伝熱管Aという。)、図11は $t$ が0.12mmである伝熱管(以下、伝熱管Bという。)である。図12～図14は比較するために製作した従来構造の伝熱管の軸方向の部分断面図で、図12は $t$ が0.4mmである伝熱管(以下、伝熱管aという。)、図13は完全なクローズ部(密着部)11とオープン部(開口部)12を有する伝熱管(以下、伝熱管bという。)図14はフィン先端部における隣接するフィンとの距離 $t_1$ が0.5mmである外表面平滑な伝熱管(以下、伝熱管cという。)である。上記5種類の供試管の各部寸法を表1に示す。

#### 【0027】

【表1】

供試 伝熱管	原管部		加工部			
	外径 (mm)	肉厚 (mm)	外径 (mm)	フィン高さ (mm)	フィン数 (1インチ当り)	隣接するフィンと の最短距離 (mm)
伝熱管A (本発明)	16	1.1	14.98	0.84	26	0.08
伝熱管B (本発明)	16	1.1	15.16	0.91	26	0.12
伝熱管a (従来技術)	16	1.1	15.55	1.0	26	0.4
伝熱管b (従来技術)	16	1.1	14.78	0.78	26	0.0
伝熱管c (従来技術)	16	1.1	15.85	1.15	26	0.5

【0028】図15および図16は該比較試験に使用した試験装置の概略構造を示す図で、図15は該試験装置の一部破断側面図、図16は該試験装置における吸収液の流れを説明する平面図である。図15～16において、21は本体容器、22は供試管群、23は圧力調整用凝縮部、24はバッフルプレート、25は吸収液入口、26は吸収液出口、27は熱源入口、28は熱源出口、29は冷却水入口、30は冷却水出口、31は観察窓、32は圧力計、33は吸収液である。

【0029】該試験装置は、まず銅板によって本体容器21を形成し、本体容器21の下部に両側壁を貫通して供試管部22を配設してある。供試管部22は有効長さ1、200mmの7本の伝熱管によって構成され、各伝熱管と吸収液33とが自由に接触し得るように各伝熱管相互の距離を十分にとった千鳥形に配設してあり、本体容器21の供試管群22貫通部にはそれぞれ熱源入口27用および熱源出口28用のヘッダが取設されており、今

回は熱源として蒸気を使用した。

【0030】また、供試管群22部には伝熱管の軸と垂直な方向に複数のバッフルプレート24を配設し、本体\*

\*容器21内を設定された流量で強制的に流される吸収液33が供試管群22の軸にほぼ垂直方向に接触するようにしてある。更に本体容器21内上部空間には圧力調整用凝縮部を配設し、冷却水によって本体容器21内の温度を制御して本体容器21の圧力を調整可能している。

【0031】本体容器21の供試管群22の軸と垂直方向の側壁には、本体容器21内部の吸収液33に浸漬された部分および上部の蒸気部分を観察するための透明ガラス製の観察窓31と吸収液入口25および吸収液出口26が取設されている。また本体容器21の上部には本体容器21内圧力を計測する圧力計32が取設されている。

【0032】上記構成からなる試験装置によって図10～図14に示す形状および表1に示す寸法を有する5種類の供試伝熱管に対して吸熱式熱交換器の再生器における状態を模擬して伝熱性能の比較試験を行った。表2に該試験時の諸条件を示す。

【0033】

【表2】

本体容器内圧力	40 ~ 50 mmHg
供試管内蒸気圧力	600, 700 mmHg
吸収液入口濃度	61 wt %
吸収液流量	120 l/h
吸収液の種類	臭化リチウム

【0034】図17はその結果を示す図で、横軸は加熱流体と吸収液との対数平均温度差、縦軸は熱流束（単位面積当たりの通過熱量である。）である。

【0035】図17から明らかなように、本発明に基づく形状寸法を有する伝熱管A、Bは、いずれも従来の伝熱管a、b、cに比べて同一の温度差で約2倍以上の熱流束を示しており、極めて優れた伝熱性能を有していることが認識される。

【0036】また本体容器21の側壁に配設された観察窓31から沸騰の状況を観察し、本発明に基づく伝熱管

A、Bにおいては、いずれもその伝熱管外面部において細かい気泡を連続的に発生し、激しい沸騰を生じることを確認するとともに、比較のために使用した従来構造の伝熱管a、b、cにおいてはいずれも間欠的な沸騰しか生じないことを確認した。

【0037】

【発明の効果】このように本発明によれば、上記実施例において説明したように下記に示す効果を奏する。①単位伝熱面積当たりの伝熱性能が高いことにより、機器のコンパクト化および高性能化が可能になる。②伝熱性能

7

が高いことにより、従来熱回収が困難であった比較的温度の低い排温水等広い範囲のエネルギーを熱源として使用することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】フィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直な方向に刻まれた形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図である。

【図2】図1におけるa・a線矢視断面図である。

【図3】フィンの先端部が管の軸方向および管の軸と垂直方向に刻まれた形状を有し、かつ各フィンの先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図である。

【図4】図3におけるb・b線矢視断面図である。

【図5】フィンの先端部が管の軸方向に刻まれた形状を有し、かつフィンの先端部が各フィンの上部から圧縮された形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図である。

【図6】図5におけるc・c線矢視断面図である。

【図7】フィンの先端部が隣接するフィンに一方方向に倒れた形状を有する伝熱管の軸方向の部分断面図である。

【図8】図7におけるd・d線矢視断面図である。

【図9】図7～8の斜視図である。

【図10】比較試験に使用した本発明に基づく構造の伝熱管Aの部分断面図である。

【図11】比較試験に使用した本発明に基づく構造の伝熱管Bの部分断面図である。

【図12】比較試験に使用した従来構造の伝熱管aの部分断面図である。

【図13】比較試験に使用した従来構造の伝熱管bの部分断面図である。

8

【図14】比較試験に使用した従来構造の伝熱管cの部分断面図である。

【図15】比較試験に使用した試験装置の一部破断断面図である。

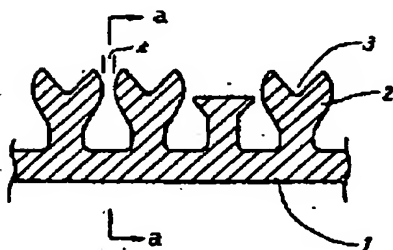
【図16】比較試験に使用した試験装置における吸収液の流れを説明する平面図である。

【図17】比較試験の結果を示す図である。

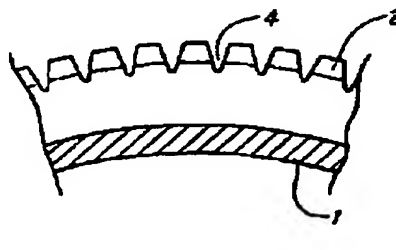
【符号の説明】

- |                |                       |
|----------------|-----------------------|
| 1              | 管                     |
| 2              | フィン                   |
| 3              | 管の軸と垂直方向の刻み           |
| 4              | 管の軸方向の刻み              |
| t              | 隣接する各フィン間の最短距離        |
| t <sub>1</sub> | フィン先端部における隣接するフィンとの距離 |
| 11             | クローズ部（密着部）            |
| 12             | オープン部（開口部）            |
| 21             | 本体容器                  |
| 22             | 供試管群                  |
| 23             | 圧力調整用凝縮部              |
| 24             | バッフルプレート              |
| 25             | 吸収液入口                 |
| 26             | 吸収液出口                 |
| 27             | 熱源入口                  |
| 28             | 熱源出口                  |
| 29             | 冷却水入口                 |
| 30             | 冷却水出口                 |
| 31             | 観察窓                   |
| 32             | 圧力計                   |
| 33             | 吸収液                   |

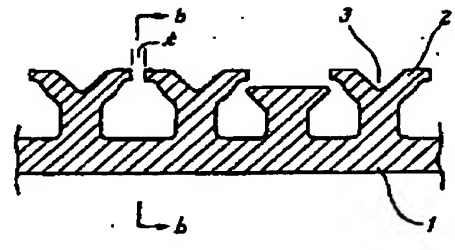
【図1】



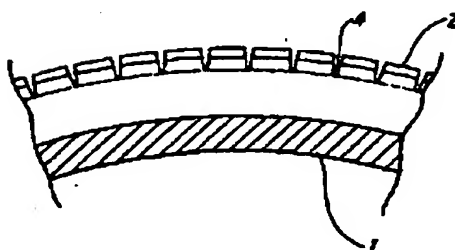
【図2】



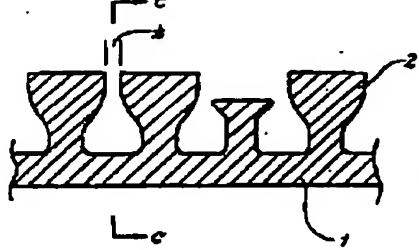
【図3】



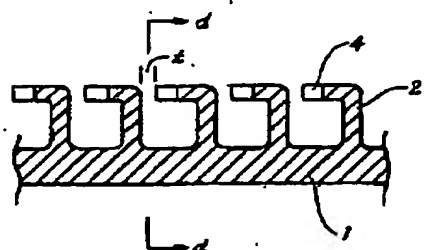
【図4】



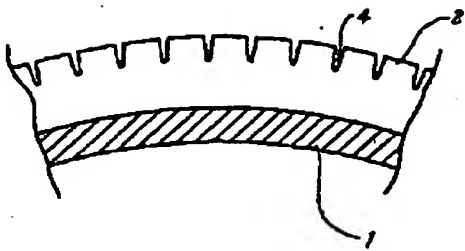
【図5】



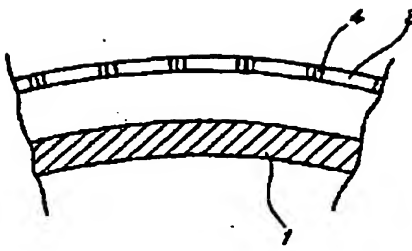
【図7】



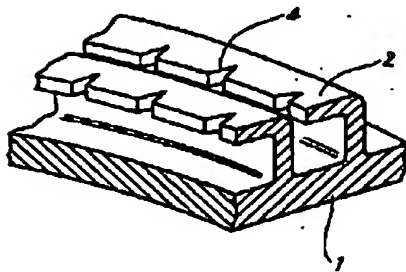
【図6】



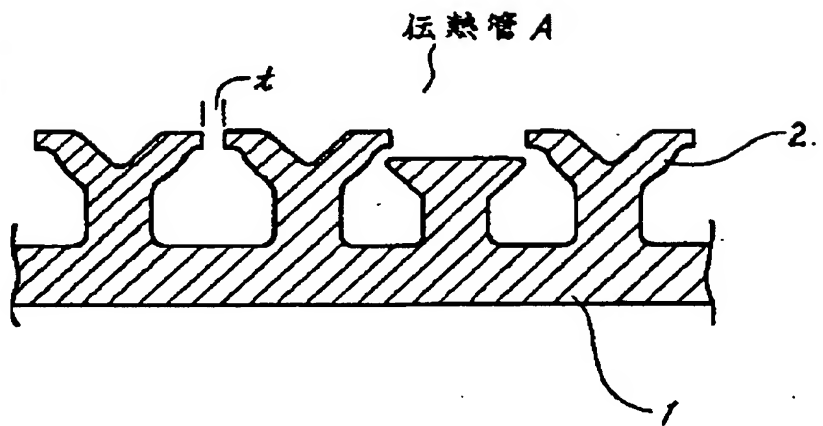
【図8】



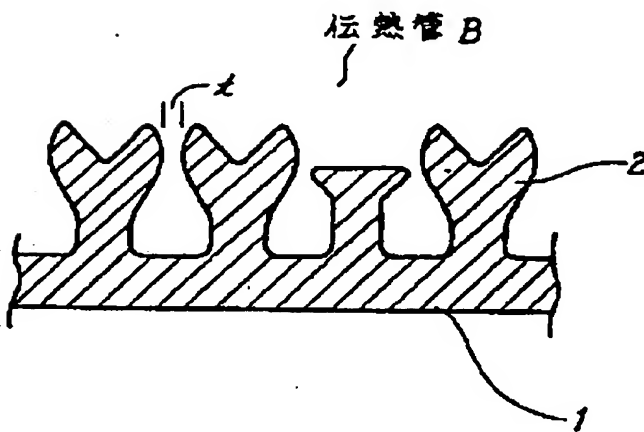
【図9】



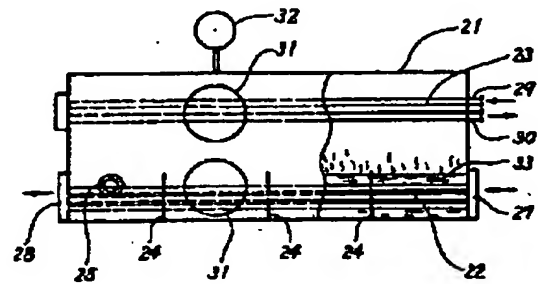
【図10】



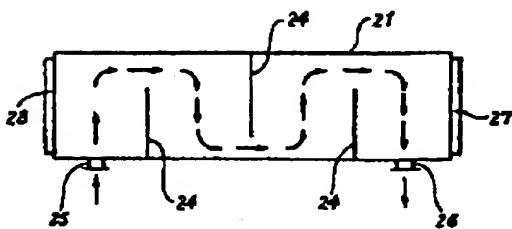
【図11】



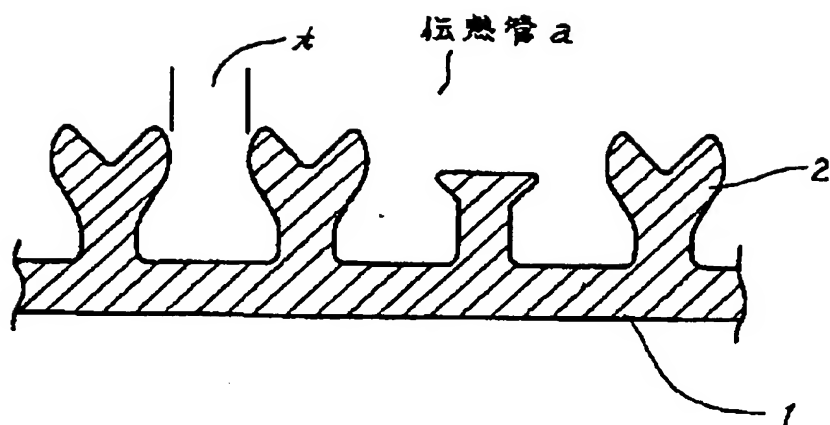
【図15】



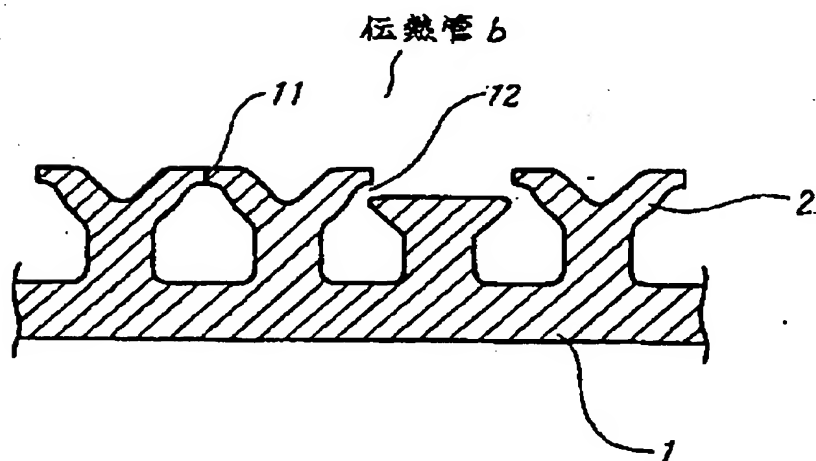
【図16】



【図12】

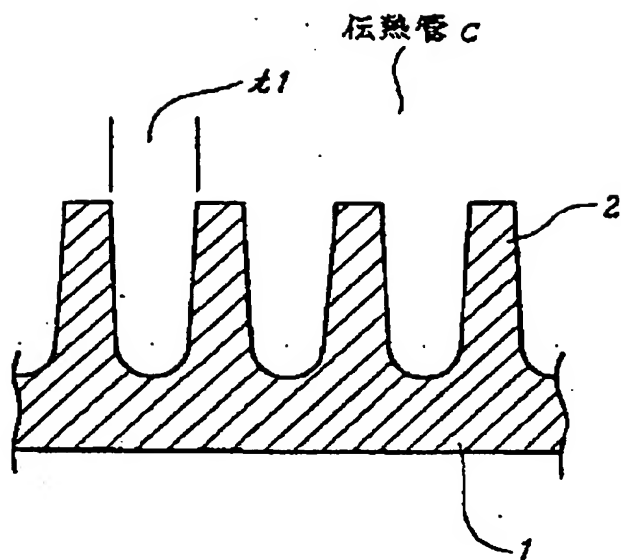


【図13】





【図14】



【図17】

